



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 37 08 471.2  
22 Anmeldetag: 16. 3. 87  
23 Offenlegungstag: 29. 9. 88

Behördenelgentum

71 Anmelder:

G. Kromschroder AG, 4500 Osnabrück, DE

72 Erfinder:

Rolker, Jürgen, Dr.-Ing., 4535 Westerkappeln, DE;  
Dörfler, Peter, 4520 Melle, DE; Kleine, Volker;  
Meyknecht, Johannes, 4500 Osnabrück, DE

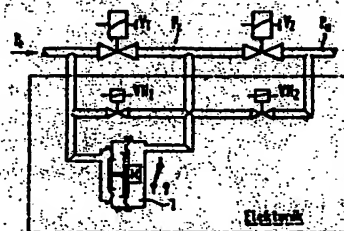
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-AS 21 11 343  
DE 34 45 281 A1  
DE 34 09 050 A1  
DE-OS 21 58 901  
DE-OS 21 57 055  
US 40 43 355

54 Verfahren und Vorrichtung zur Dichtheitskontrolle von zwei hintereinander in einer Fluidleitung angeordneten Ventilen

Die Erfindung schafft eine Möglichkeit zur Dichtheitskontrolle von zwei hintereinander in einer Fluidleitung angeordneten Ventilen (V1, V2), bei der nach dem Schließen der Ventile eine Wartezeit abgewartet und sodann der Druck in dem Leitungsabschnitt zwischen den Ventilen erfaßt wird. Liegt er unter einer vorgegebenen Druckschwelle, so ist das stromauf gelegene Ventil (V1) dicht, und es muß lediglich das stromab gelegene Ventil geprüft werden. Dies geschieht durch Befüllen des zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnittes und Überwachen des dortigen Drucks während einer Meßzeit. Liegt der Druck am Ende der Wartezeit oberhalb der Druckschwelle, so ist das stromab gelegene Ventil (V2) dicht. Zur Überprüfung des stromauf gelegenen Ventils (V1) wird der Leitungsabschnitt entleert und der dortige Druck während einer Meßzeit aufgenommen. Als Drucksensor dient ein Differenzdrucksensor (1), der als Druckwaage gegen den Eingangsdruck ( $p_e$ ) geschaltet ist und in seiner neutralen Lage die Druckschwelle definiert.

Fig. 2



DE 3708471 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Dichtheitskontrolle von zwei hintereinander in einer Fluidleitung angeordneten Ventilen durch Erfassen des Druckzustandes in dem zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitt bei geschlossenen Ventilen, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Wartezeit nach dem Schließen der Ventile festgestellt wird, ob der Druck im Leitungsabschnitt oberhalb oder unterhalb einer vorgegebenen Druckschwelle liegt, daß daraus auf die Dichtheit des einen oder des anderen Ventils geschlossen wird, daß sodann der Leitungsabschnitt über das als dicht ermittelte Ventil entleert bzw. befüllt wird und daß aus der Tatsache, ob der Druck im Leitungsabschnitt während einer sich an die Wartezeit anschließenden Meßzeit die Druckschwelle erreicht bzw. nicht erreicht, auf den Dichtheitsgrad des anderen Ventils geschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entleeren und Befüllen des Leitungsabschnitts über das als dicht ermittelte Ventil durch einen zugehörigen, ein Hilfsventil enthaltenden Beipafß erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Entleeren bzw. Befüllen des Leitungsabschnitts mit undefiniertem Volumenstrom erfolgt und eine vergleichsweise kurze Anfangsphase der Meßzeit bildet.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Entleeren bzw. Befüllen des Leitungsabschnitts mit definiertem Volumenstrom erfolgt und sich über die gesamte Meßzeit erstreckt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die definierten Volumenströme durch Drosselung der die Ventile umgehenden und die Hilfsventile enthaltenden Beipässe erzeugt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der vorgegebenen Druckschwelle etwa auf dem halben Wert des am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Fluiddruckes liegt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck im Leitungsabschnitt als Differenzdruck zu dem am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Fluiddruck erfaßt wird.
8. Vorrichtung zur Dichtheitskontrolle von zwei hintereinander in einer Fluidleitung angeordneten Ventilen mit einem Drucksensor, der den Druck in dem zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitt bei geschlossenen Ventilen erfaßt, und mit zugehörigen Schaltmitteln, die den erfaßten Druck mit einer vorgegebenen Druckschwelle vergleichen und entsprechende Signale abgeben, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (1) als Differenzdrucksensor ausgebildet und stromaufwärts des stromauf gelegenen Ventils (V1) an die Fluidleitung angeschlossen ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (1) berührungsfrei mit den zugehörigen Schaltmitteln gekoppelt ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltmittel des Druck-

sensors (1) direkt mit Hilfsventilen (VH1, VH2) gekoppelt sind, welche in gedrosselten, die Ventile (V1, V2) umgehenden Beipässen sitzen.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Dichtheitskontrolle von zwei hintereinander in einer Fluidleitung angeordneten Ventilen durch Erfassen des Druckzustandes in dem zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitt bei geschlossenen Ventilen.

Zwei hintereinander angeordnete Ventile verwendet man aus Sicherheitsgründen insbesondere in Gasleitungen für Verbrennungseinrichtungen. Die Dichtheitskontrolle, die man zumindest vor Inbetriebnahme der Verbrennungseinrichtung, häufig außerdem auch nach Aüßerbetriebnahme durchführt, soll zeigen, wann eines der Ventile erstmalig undicht wird. Der wirtschaftliche Aufwand für die Dichtheitskontrolle muß sich in Grenzen halten, da es andernfalls günstiger wäre, bei verkürzten Wartungsintervallen ein drittes Ventil einzubauen.

Bei einem in der Praxis den Regelfall bildenden Verfahren der eingangs genannten Art wird der zwischen den Ventilen liegende Leitungsabschnitt erst entlüftet, und es wird sodann während einer Meßzeit der Druck im Leitungsabschnitt überwacht. Erfolgt kein unzulässiger Druckaufbau, so besitzt das stromauf gelegene Ventil einen ausreichenden Dichtheitsgrad. Anschließend wird der Leitungsabschnitt befüllt und wiederum der Druck überwacht. Erfolgt kein unzulässiger Druckabbau, so besitzt das stromab gelegene Ventil einen ausreichenden Dichtheitsgrad. Bei diesem Verfahren muß nach einem fest vorgegebenen Programmablauf vorgegangen werden, wobei immer zwei Schaltvorgänge erforderlich sind, an die sich zugehörige Meßzeiten anschließen. Das Verfahren ist also wenig flexibel und vergleichsweise zeitaufwendig.

Aus der DE 34 09 050 A1 ist es bekannt, den zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitt mit Hilfe einer Pumpe auf einen Druck zu bringen, der über dem am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Druck liegt. Wird der vorgegebene Druck im Rahmen entsprechender Zeitfenster nicht erreicht, so läßt sich daraus bestimmen, welches der Ventile unzulässig undicht ist. Allerdings arbeitet dieses Verfahren nicht unter Betriebsbedingungen. Vielmehr wird das stromauf gelegene Ventil entgegen der Schließrichtung entlastet und das stromab gelegene Ventil in Schließrichtung belastet. Abgesehen davon muß ein vergleichsweise hoher apparativer Aufwand getrieben werden, und zwar unter Anpassung der Pumpenförderleistung an unterschiedliche Ventilgrößen.

Schließlich beschreibt die DE 34 45 281 A1 ein Verfahren, bei dem in dem zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitt ein vorgegebener Druck eingestellt wird, der unterhalb des am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Druckes liegt. Durch Überwachung des eingestellten Druckes wird ermittelt, ob dieser unzulässig ansteigt oder unzulässig abfällt. Im erstgenannten Fall ist das stromauf gelegene Ventil undicht, im letztgenannten Fall das stromab gelegene. Dieses Verfahren läßt bezüglich seiner Sicherheit zu wünschen übrig. Denn sollte ein Defekt auftreten, der die Aufnahme oder Anzeige einer Druckänderung verhindert, so sagt das System aus, beide Ventile wären ausreichend dicht.

Der Erfindung liegt der Aufgabe zugrunde, eine Dichtheitskontrolle zu ermöglichen, die Einfachheit im

Prüfablauf und im gerätetechnischen Aufbau mit hoher Zuverlässigkeit verbindet.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Wartezeit nach dem Schließen der Ventile festgestellt wird, ob der Druck im Leitungsabschnitt oberhalb oder unterhalb einer vorgegebenen Druckschwelle liegt, daß daraus auf die Dichtheit des einen oder des anderen Ventils geschlossen wird, daß sodann der Leitungsabschnitt über das als dicht ermittelte Ventil entleert bzw. befüllt wird und daß aus der Tatsache, ob der Druck im Leitungsabschnitt während einer sich an die Wartezeit anschließenden Meßzeit die Druckschwelle erreicht bzw. nicht erreicht, auf den Dichtheitsgrad des anderen Ventils geschlossen wird.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß nach Ablauf der Wartezeit der Druckzustand in dem zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitt bereits eine logische Entscheidung ermöglicht, welches der Ventile dicht ist. Dabei wird die unwahrscheinliche Möglichkeit vernachlässigt, daß beide Ventile gleichzeitig in gleichem Ausmaße undicht werden. Kennt man das dichte Ventil, so kann sich der eigentliche Prüf- oder Meßvorgang einzig und allein auf das andere Ventil richten.

Liegt nach Ablauf der Wartezeit der Druck im Leitungsabschnitt unterhalb der vorgegebenen Druckschwelle, so ist das stromauf gelegene Ventil dicht. Über dieses erfolgt dann ein Befüllen des Leitungsabschnitts, wobei der während der Meßzeit überwachte Druckverlauf eine Beurteilung des Dichtheitsgrades des stromab gelegenen Ventils zuläßt.

Ist hingegen nach Ablauf der Wartezeit der Druck im Leitungsabschnitt höher als die Druckschwelle, so ist das stromab gelegene Ventil dicht. Über letzteres erfolgt sodann eine Entleerung des Leitungsabschnitts, wobei der während der Meßzeit überwachte Druckverlauf eine Beurteilung des Dichtheitsgrades des stromauf gelegenen Ventils zuläßt.

In jedem Falle muß während der Meßzeit die Druckschwelle mindestens ein Mal unter Erzeugung eines entsprechenden Schaltsignals passiert werden, um das geprüfte Ventil als dicht zu definieren. Bleibt also das Schaltsignal — aus welchen Gründen auch immer — aus, so kann keine Freigabe bewirkt werden.

Der Grenzwert der Leckrate, bei dem ein Ventil unzulässig undicht wird, hängt von der Ventilgröße ab. Erfindungsgemäß kann eine entsprechende Anpassung, d. h. Vorwahl der Empfindlichkeit einzig und allein durch Einstellung der Meßzeit bewirkt werden.

Die Wartezeit wird immer so gewählt, daß der erforderliche Druckausgleich stattfinden kann, und zwar auch dann, wenn der Druck im Leitungsabschnitt aufgrund eines Druckstoßes höher ist als der am stromauf gelegenen Ventil anstehende Eingangsdruck. Wird die Kontrolle vor Inbetriebnahme nach längerem Stillstand der Anlage durchgeführt, so kann sofort mit der Messung begonnen werden.

Das Befüllen und Entleeren des Leitungsabschnitts über das als dicht ermittelte Ventil kann durch Öffnen dieses Ventils, vorzugsweise jedoch durch einen zugehörigen, ein Hilfsventil enthaltenden Beipäß erfolgen.

Nach einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gekennzeichnet, daß das Entleeren bzw. Befüllen des Leitungsabschnitts mit undefiniertem Volumenstrom erfolgt und eine vergleichsweise kurze Anfangsphase der Meßzeit bildet. Die Druckänderung im Leitungsabschnitt zu Be-

ginn der Meßzeit erfolgt also sprunghaft unter Passieren der Druckschwelle. Das zu prüfende Ventil ist dann unzulässig undicht, wenn anschließend die Druckschwelle ein zweites Mal passiert wird.

Eine ebenfalls vorteilhafte Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß das Entleeren bzw. Befüllen des Leitungsabschnitts mit definiertem Volumenstrom erfolgt und sich über die gesamte Meßzeit erstreckt. Dabei ist es günstig, die definierten Volumenströme durch Drosselung der die Ventile umgehenden und die Hilfsventile enthaltenden Beipässe zu erzeugen. Sofern bei dieser Verfahrensvariante der Druck im Leitungsabschnitt die Druckschwelle nicht passiert, ist das zu vermessende Ventil unzulässig undicht. Durch die Einstellung der Drosselung kann die zulässige Leckrate und damit die Empfindlichkeit der Prüfung eingestellt werden.

Der Wert der vorgegebenen Druckschwelle liegt vorzugsweise etwa auf dem halben Wert des am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Fluiddruckes. Dadurch wird erreicht, daß bei vorgegebener Meßzeit beide Ventile mit gleicher Empfindlichkeit vermessen werden.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal schlägt die Erfindung vor, daß der Druck im Leitungsabschnitt als Differenzdruck zu dem am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Fluiddruck erfaßt wird. Eine Änderung des am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Eingangsdrucks bleibt also ohne Einfluß auf die Meßverhältnisse.

Die Erfindung schafft ferner eine insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Vorrichtung zur Dichtheitskontrolle von zwei hintereinander in einer Fluidleitung angeordneten Ventilen mit einem Drucksensor, der den Druck in dem zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitt bei geschlossenen Ventilen erfaßt, und mit zugehörigen Schmittmitteln, die den erfaßten Druck mit einer vorgegebenen Druckschwelle vergleichen und entsprechende Signale abgeben, wobei diese Vorrichtung dadurch gekennzeichnet ist, daß der Drucksensor als Differenzdrucksensor ausgebildet und stromaufwärts des stromauf gelegenen Ventils an die Fluidleitung angeschlossen ist. Das System arbeitet also mit einer Druckwaage, die unabhängig von dem am stromauf gelegenen Ventil anstehenden Eingangsdruck ist und dementsprechend bei dessen Änderung keiner Nachstellung bedarf.

Der Differenzdrucksensor ist vorzugsweise berührungsfrei mit den zugehörigen Schmittmitteln gekoppelt. Dies ermöglicht eine absolut dichte Trennung zwischen dem Fluidsystem und dem Meßsystem.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal der Erfindung sind die Schmittmittel des Drucksensors direkt mit Hilfsventilen gekoppelt, welche in gedrosselten, die Ventile umgehenden Beipässen sitzen. Erfolgt hierbei während der Meßzeit beispielsweise das Befüllen des Leitungsabschnitts mit definiertem Volumenstrom und wird die Druckschwelle erreicht, so schließt das Befüllungs-Hilfsventil, während sich das Entleerungs-Hilfsventil öffnet. Die Druckschwelle wird also erneut passiert, und das System schaltet auf den Befüllungszustand zurück. Dadurch ist der Nachweis erbracht, daß sämtliche Funktionen störungsfrei arbeiten. Im Entleerungsfall arbeitet das System entsprechend.

Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform nach der Erfin-



dung;

Fig. 2 eine Abwandlung der Ausführungsform nach Fig. 1;

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform nach der Erfindung;

Fig. 4 eine Abwandlung der Ausführungsform nach Fig. 3.

Nach Fig. 1 sind zwei Ventile  $V1$  und  $V2$  vorgesehen, die in einer zu einem Brenner führenden Gasleitung angeordnet sind. Sie werden über einen Feuerungsautomaten GFA betätigt, und zwar unter Zwischenschaltung einer Elektronik, die der Dichtheitskontrolle dient.

Bei der Dichtheitskontrolle wird der Druck  $p_z$  in dem Leitungsabschnitt zwischen den Ventilen  $V1$  und  $V2$  erfaßt, und zwar von einem Drucksensor 1, der als Differenzdrucksensor ausgebildet ist. Der Differenzdruck wird gebildet gegen den Eingangsdruck  $p_e$  stromauf des Ventils  $V1$ . Der Drucksensor 1 arbeitet als Druckwaage und definiert eine Druckschwelle  $p_s$ , die vorzugsweise etwa auf der Hälfte des Eingangsdrucks  $p_e$  liegt, siehe die Diagramme im unteren Teil von Fig. 1.

Der Drucksensor 1 arbeitet berührungsfrei mit schematisch dargestellten Schaltmitteln zusammen. Bei letzteren handelt es sich im dargestellten Fall um einen Reed-Kontakt, der von einem Magnet  $M$  betätigt wird.

Gemäß den unteren Diagrammen von Fig. 1 läßt man nach dem Schließen der Ventile  $V1$  und  $V2$  die Wartezeit  $t_w$  verstreichen. An deren Ende liegt der Druck  $p_z$  im linken Diagramm unterhalb der Druckschwelle  $p_s$ . Dies bedeutet, daß das Ventil  $V1$  dicht ist. An die Wartezeit  $t_w$  schließt sich die Meßzeit  $t_M$  an. Sie dient nun zur Prüfung des Ventils  $V2$ . Zu Beginn der Meßzeit wird durch kurzes Öffnen des Ventils  $V1$  der Leitungsabschnitt zwischen den Ventilen mit undefiniertem Volumenstrom befüllt. Sinkt bis zum Ende der Meßzeit  $t_M$  der Druck  $p_z$  unter die Druckschwelle  $p_s$ , so ist das Ventil  $V2$  unzulässig undicht.

Nach dem rechten unteren Diagramm von Fig. 1 liegt der Druck  $p_z$  am Ende der Wartezeit  $t_w$  oberhalb der Druckschwelle  $p_s$ . Dies bedeutet, daß das Ventil  $V2$  dicht ist. Durch kurzzeitiges Öffnen des Ventils  $V2$  wird der Leitungsabschnitt zwischen den Ventilen mit undefiniertem Volumenstrom entleert. Liegt am Ende der Meßzeit der Druck  $p_z$  wiederum oberhalb der Druckschwelle  $p_s$ , so ist das Ventil  $V1$  unzulässig undicht.

Die Anordnung nach Fig. 2 unterscheidet sich von der nach Fig. 1 dadurch, daß jedem der Ventile  $V1$  und  $V2$  ein zugehöriger Beipß zugeordnet ist. Der Beipß des Ventils  $V1$  enthält das Hilfsventil  $VH1$ , und der des Ventils  $V2$  das Hilfsventil  $VH2$ . Hier erfolgen die Befüllungs- bzw. Entleerungsvorgänge des zwischen den Ventilen liegenden Leitungsabschnitts bei geschlossenen Ventilen  $V1$  und  $V2$  über die Hilfsventile  $VH1$  bzw.  $VH2$ . Im übrigen stimmt die Arbeitsweise mit der nach Fig. 1 überein, wie es sich auch aus einem Vergleich der Diagramme ergibt.

Bei der Anordnung nach Fig. 3 hingegen ist die Arbeitsweise unterschiedlich. Hier erfolgen die Entleerungs- und Befüllungsvorgänge mit definierten Volumenströmen, und zwar durch Drösseln  $D1$  und  $D2$ , die in den Beipässen angeordnet sind.

Nach dem linken unteren Diagramm von Fig. 3 zeigt der Druck  $p_z$  am Ende der Wartezeit  $t_w$  an, daß das Ventil  $V1$  dicht ist. Zu Beginn der Meßzeit  $t_M$  wird das Hilfsventil  $VH1$  geöffnet. Das Befüllen des zwischen den Ventilen  $V1$  und  $V2$  liegenden Leitungsabschnitts erfolgt nunmehr über die Drössel  $D1$  mit definiertem Volumenstrom. Letzterer wird in Abhängigkeit davon

eingestellt, von welcher Leckmenge ab das Ventil  $V2$  als unzulässig undicht anzusehen ist. Tritt diese Leckmenge auf, so kann der Druck  $p_z$  die Druckschwelle  $p_s$  nicht mehr erreichen. Wird hingegen die Druckschwelle passiert, so ist das Ventil  $V2$  dicht.

Nach dem rechten unteren Diagramm von Fig. 3 besagt der Druck  $p_z$  am Ende der Wartezeit  $t_w$ , daß das Ventil  $V2$  dicht ist. Über das Hilfsventil  $VH2$  und die Drössel  $D2$  erfolgt sodann die Entleerung des Leitungsabschnitts zwischen den Ventilen  $V1$  und  $V2$ , und zwar mit definiertem Volumenstrom. Die Einstellung der Drössel  $D2$  definiert diejenige Leckmengengrenze, von der ab das Ventil  $V1$  unzulässig undicht ist. Ist letzteres der Fall, so kann der Druck  $p_z$  während der Meßzeit  $t_M$  nicht unter die Druckschwelle  $p_s$  absinken.

Bei der Anordnung nach Fig. 4 erfolgen die Befüllungs- und Entleerungsvorgänge des zwischen den Ventilen  $V1$  und  $V2$  liegenden Leitungsabschnitts ebenfalls mit definiertem Volumenstrom. Insoweit ist also von der grundsätzlichen Arbeitsweise her eine Übereinstimmung mit der Anordnung nach Fig. 3 gegeben.

Der Unterschied gegenüber Fig. 3 liegt darin, daß nach Fig. 4 die vom Drucksensor 1 betätigten Schaltmittel direkt mit den Hilfsventilen  $VH1$  und  $VH2$  gekoppelt sind. Der Druck  $p_z$  am Ende der Wartezeit  $t_w$  bestimmt also, ob das Ventil  $VH1$  oder  $VH2$  geöffnet wird. Bei Erreichen der Druckschwelle  $p_s$  erfolgt ein Umschalten auf das vorher nicht betätigte Hilfsventil. Dies ermöglicht eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Schaltmittel.

3708471

1 / 4

Nummer:

Int. Cl.4:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

Fig. : ~~1~~ : ~~1~~

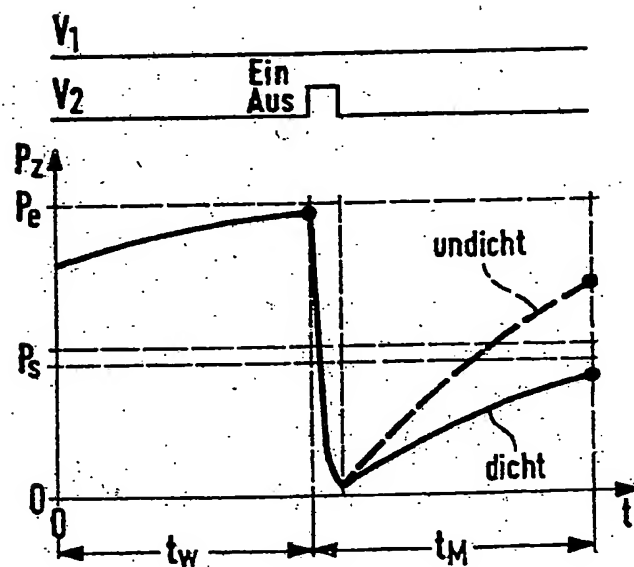
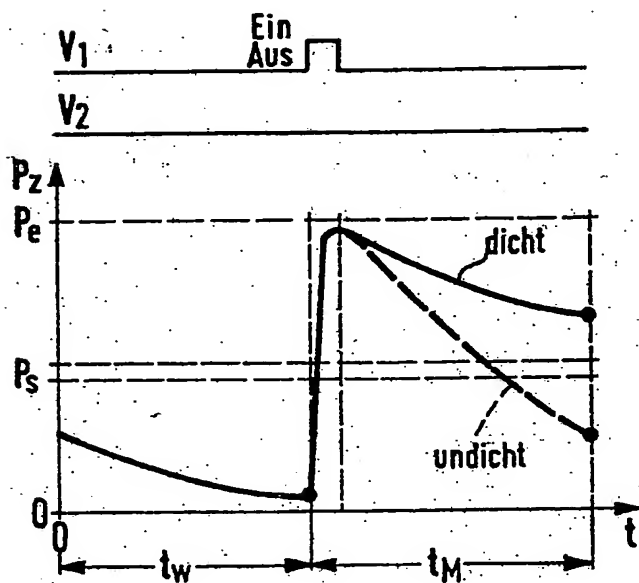
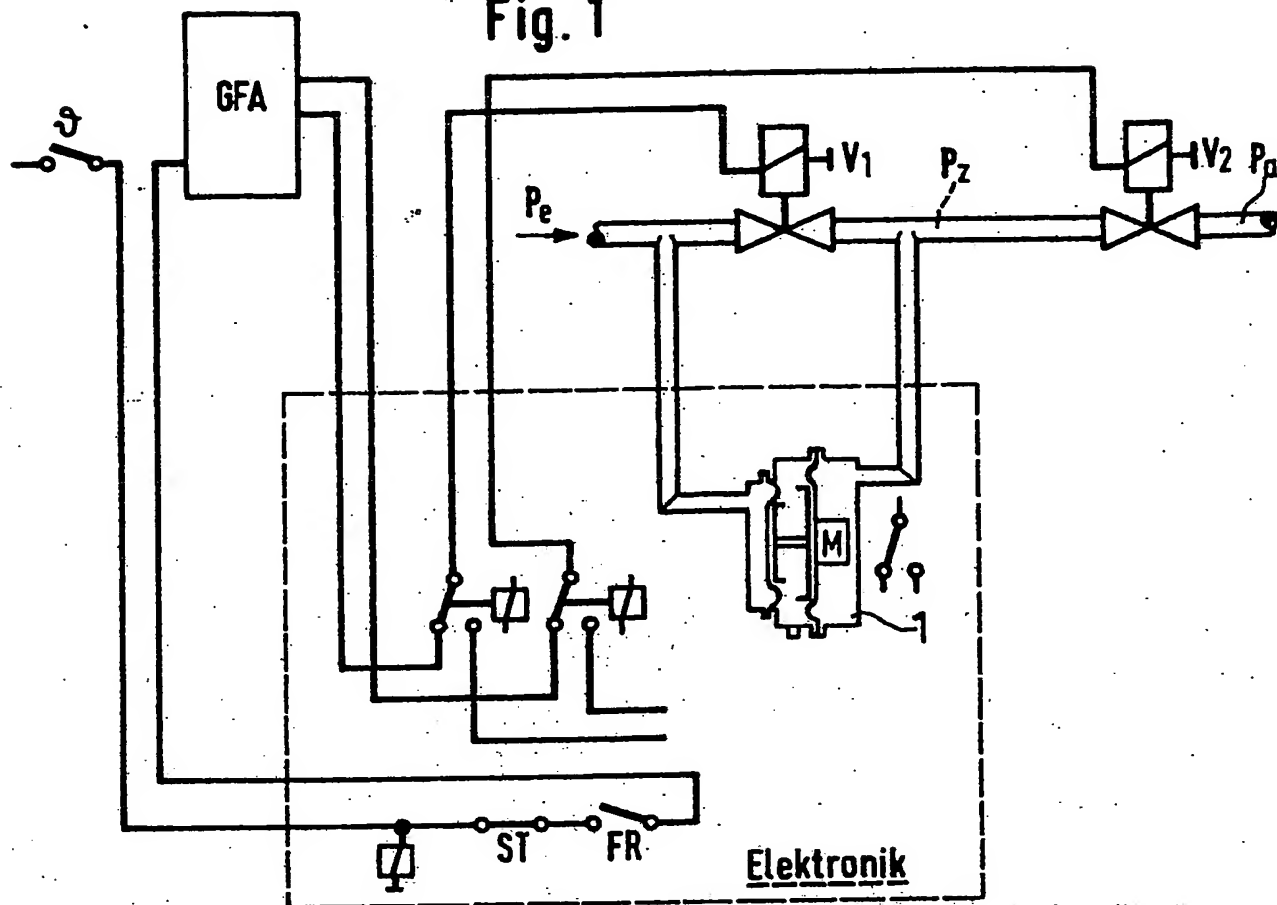
37 08 471

G 01 M 3/26

16. März 1987

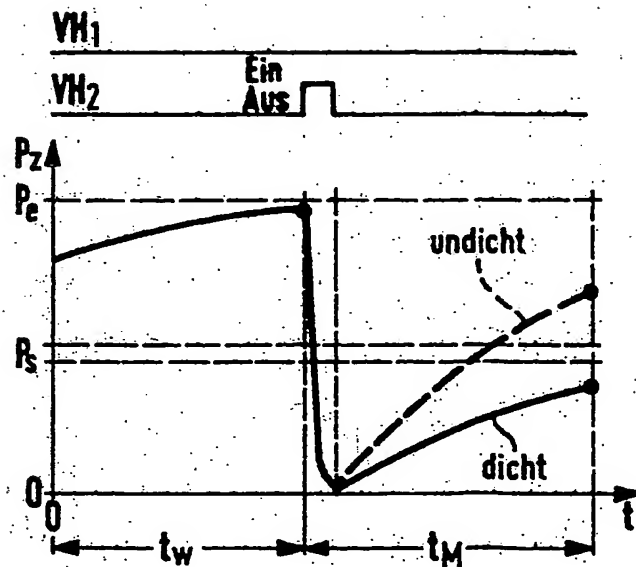
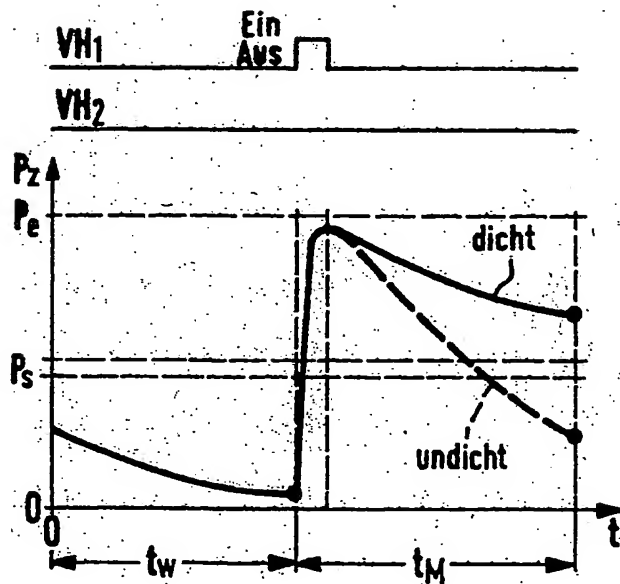
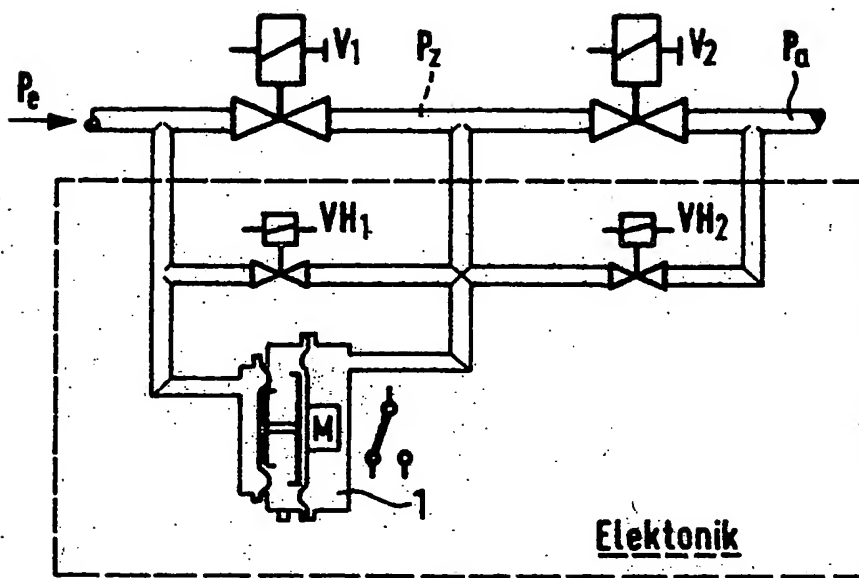
29. September 1988

Fig. 1



3708471

Fig. 2



NACHGEREICHT

370847 1

Fig. 3

